

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Механіко-математичний факультет
Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь

Затверджено

На засіданні
кафедри математичної статистики і
диференціальних рівнянь
механіко-математичного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 22.06.2023 р.)



Завідувач кафедри:

Олег БУГРІЙ

Силабус з навчальної дисципліни
“ Випадкові процеси і застосування ”,
що викладається в межах ОПШ
“ Статистичний аналіз даних ”
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів з
спеціальності 112 - Статистика

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Випадкові процеси і застосування
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Механіко-математичний факультет Кафедра математичної статистики і диференціальних рівнянь
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	11 - Математика та статистика 112 – Статистика
Викладачі дисципліни	Бугрій Олег Миколайович, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри математичної статистики і диференціальних рівнянь
Контактна інформація викладачів	oleh.buhrii@lnu.edu.ua , http://new.mmf.lnu.edu.ua/employee/buhrii_o_m ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, 79000
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/практичних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 267, головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, 79000
Сторінка курсу	https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/vpz-112-mag
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Випадкові процеси і застосування” є нормативною дисципліною з спеціальності 112-Статистика для освітньої програми “Статистичний аналіз даних”, яка викладається в 3-му семестрі в обсязі 3-ох кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс розроблено для ознайомлення студентів з поняттями теорії випадкових процесів і методами розв’язування стохастичних диференціальних рівнянь та задач для них. Набуті знання можна використати при статистичному моделюванні природних та соціально-економічних процесів
Мета та цілі дисципліни	<i>Мета:</i> надати студентам поняття та методи теорії випадкових процесів і стохастичних диференціальних рівнянь <i>Цілі:</i> забезпечити знайомство студентів з властивостями функцій зі значеннями в банахових просторах, викласти основні положення теорії випадкових процесів з неперервним часом, теорії стохастичних диференціальних рівнянь
Література для вивчення дисципліни	1) Бугрій О.М. <i>Параболічні варіаційні нерівності</i> : Текст лекцій. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. 2) Лопушанська Г.П., Бугрій О.М., Лопушанський А.О. <i>Диференціальні рівняння та рівняння математичної фізики</i> : Підручник. – Львів: видавець Чижиков І.Е. (1-е видання: 2012) 2-е видання: 2017. 3) Бугрій О.М. <i>Стохастичні диференціальні рівняння</i> : Електронний конспект лекційних та практичних занять. – Львів, 2021. https://new.mmf.lnu.edu.ua/course/sde-111-matematyka . 4) Evans L.C. <i>An introduction to stochastic differential equations</i> . – Berkeley: American Mathematical Soc., 2012. 5) Gihman I.I., Skorohod A.V. <i>Stochastic Differential Equations</i> . Springer-

	<p>Verlag, New York, 1972.</p> <p>6) Kunze M. <i>Stochastic differential equations</i>, Lecture Notes, University of Ulm, 2012.</p> <p>7) Мокін Б.І., Мокін В.Б., Мокін О.Б. <i>Функціональний аналіз, адаптований до прикладних задач в галузі інформаційних технологій</i>: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2020.</p> <p>8) Applebaum D. <i>Lévy processes and stochastic calculus</i>. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapore, São Paulo, 2009..</p> <p>9) Pardoux E. <i>Stochastic Partial Differential Equations. An Introduction</i>. Springer Briefs in Mathematics. Springer Nature Switzerland AG, 2021.</p> <p>10) Гой Т.П., Махней О.В. <i>Диференціальні рівняння</i>: навчальний посібник. Івано-Франківськ: ПНУ ім. В. Стефаніка, 2021.</p>
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 90 годин. Аудиторних занять: 24 год., з них 16 год. лекційних та 8 годин практичних занять. Самостійної роботи: 66 год.
Очікувані результати навчання	<p>У результаті вивчення даного курсу студент повинен:</p> <p>знати:</p> <p>властивості випадкових процесів з неперервним часом, формулювання основних задач для стохастичних диференціальних рівнянь та систем, умови існування, єдиності та неперервної залежності від початкових даних їхніх розв'язків, доведення теорем їх коректності;</p> <p>вміти:</p> <p>розрізняти типи стохастичних диференціальних рівнянь першого порядку, систем стохастичних диференціальних рівнянь, знаходити їхні загальні розв'язки, знаходити розв'язки задач для стохастичних диференціальних рівнянь та їхніх систем, перераховувати стохастичні диференціали при замінах змінних, будувати експоненти матриць зі сталими коефіцієнтами, перевіряти умови коректності задач для стохастичних диференціальних рівнянь та систем.</p> <p>В результаті засвоєння матеріалу даного курсу студент набуде таких загальних (ЗК) і спеціальних (СК) компетентностей:</p> <p>СК-1. Здатність застосовувати методи теорії ймовірностей, теоретичної та прикладної статистики до аналізу стохастичних явищ.</p> <p>СК-2. Здатність будувати математичні моделі реальних явищ і процесів в різних предметних галузях, досліджувати їх засобами математики та статистики.</p> <p>СК-5. Здатність застосувати теорію випадкових процесів до аналізу складних інформаційних потоків та систем масового обслуговування.</p> <p>і здобуде такі програмні результати навчання (РН):</p> <p>РН-2. Володіти знаннями й розумінням основних засад теоретичної і прикладної статистики.</p> <p>РН-3. Застосовувати методи теорії ймовірностей, математичної статистики і теорії випадкових процесів до дослідження випадкових явищ.</p> <p>РН-4. Знати методи математичного і статистичного моделювання складних явищ та систем.</p> <p>РН-6. Розв'язувати практичні задачі аналізу даних, перевіряти статистичні гіпотези, працювати з реальними великими наборами даних.</p> <p>РН-8. Знати методологію та організацію наукових досліджень в галузі статистики та аналізу даних.</p>

	PH-12. Вміти інтерпретувати результати досліджень, здійснювати перевірку адекватності математичних та статистичних моделей.
Ключові слова	Випадковий процес з неперервним часом, стохастичне диференціальне рівняння, рівняння Іто, задача Коші, розв'язок задачі Коші.
Формат курсу	Очний
Теми	Див. Схема курсу
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення даного курсу студентам потрібні базові знання з: <ul style="list-style-type: none"> - функціональний аналіз та теорія міри; - диференціальні рівняння; - теорія ймовірностей та математична статистика.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія)
Необхідне обладнання	Комп'ютер із необхідним програмним забезпеченням, доступ до Internet мережі.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: 4% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 14% семестрової оцінки за самостійну роботу і виконання домашніх завдань, 7% семестрової оцінки за колоквиум, максимальна кількість балів 25. • Змістовий модуль 2: 5% семестрової оцінки за активну роботу на заняттях, 14% семестрової оцінки за самостійну роботу і виконання домашніх завдань, 6% семестрової оцінки за колоквиум, максимальна кількість балів 25. • підсумковий тест: 50% семестрової оцінки, максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в написанні завдань є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої</p>

	<p>літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
Питання до заліку чи екзамену.	<p>Базові означення з функціонального аналізу, теорії ймовірності та звичайних диференціальних рівнянь; властивості інтегралів Рімана, Лебега, Рімана-Стільтьєса; міра Лебега, Лебега-Стільтьєса; інтеграл Лебега-Стільтьєса, Бохнера, Пелі-Вінера-Зигмунда; класифікація випадкових процесів; стохастичний диференціал випадкових процесів; задача Коші для стохастичного диференціального рівняння (єдиність, існування, неперервна залежності розв'язку від даних).</p>
Опитування	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

**Схема курсу “ Випадкові процеси і застосування ”
для студентів спеціальності 112 – Статистика**

Тижні	Лекційний курс		Практичні заняття		К-сть год СР	Літе- ратура
	Назва теми	К-сть год	Назва теми	К-сть год		
1	2	3	4	5	6	7
1	Простори випадкових функцій зі скінченними моментами, простори детермінованих функцій зі значеннями в банахових просторах.	2	Стохастичні лінійні однорідні диференціальні рівняння	2	8	[1]-[4], [7], [10], Сайт курсу
2	Випадкові процеси з неперервним часом та їхня класифікація.	2			8	[1]-[6], [8], Сайт курсу
3	Вінерівський процес та деякі його властивості. Колоквіум 1.	2	Стохастичні лінійні неоднорідні диференціальні рівняння	2	9	[1]-[6], [8], Сайт курсу
4	Інтеграл Пелі-Вінера-Зигмунда та деякі його властивості.	2			8	[3]-[4], Сайт курсу
5	Формулювання задач для стохастичних диференціальних рівнянь та систем.	2	Системи лінійних однорідних стохастичних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами	2	8	[1]-[6], [8], Сайт курсу
6	Коректність задачі Коші для стохастичних диференціальних рівнянь Іто.	2			8	[1]-[4], [6], [10], Сайт курсу
7	Системи стохастичних диференціальних рівнянь Іто та їх властивості. Колоквіум 2.	2	Системи лінійних неоднорідних стохастичних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами	2	9	[1]-[4], [6], [10], Сайт курсу
8	Підсумкове заняття.	2			8	[1]-[10], Сайт курсу
	Разом	16		8	66	
	Викладач: Бугрій О.М.		Викладач: Бугрій О.М.			